

Title	北極海の海底資源について
Author(s)	中村, 重久
Citation	(2012)
Issue Date	2012-04-17
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2433/155331">http://hdl.handle.net/2433/155331</a>
Right	©中村重久
Type	Research Paper
Textversion	author

北極海の海底資源について

ON FOSSIL RESOURCES UNDER THE ARCTIC SEA

中村重久

Shigehisa Nakamura

2012 年 4 月 17 日

2012 April 17

## Documentations

### 書名(Title)

北極海の海底資源について(ON FOSSIL RESOURCES UNDER THE ARCTIC SEA)

著者(Author) 中村重久(Shigehisa Nakamura)

発行者(Publisher) 中村重久(Shigehisa Nakamura)-Not to be sold

発行日(Published) 2012 年 4 月 17 日(2012 April 17)

### 著者紹介(Autobiography)

著者 (Author) - 中村重久 (Shigehisa Nakamura)

昭和 8 年・生 (Birth・ 1933)

京都大学理学部・昭和 33 年卒 (1958・ BSc, Kyoto University)

京都大学理学修士 (1960・ MSc, Kyoto University)

京都大学工学博士 (1971・ Deng, Kyoto University)

元京都大学白浜海象観測所長 (Director, Retired

Shirahama Observatory

Kyoto University)

国際電磁気学会フェロー (Cambridge, Masachusetts, U.S.A.)

京都大学 Alumni (Kyoto University)

専門分野 (Major Work) 地球物理学およびその応用 (Geophysics and its applications)

受賞 (Honour) - 日仏海洋学会賞

(Pris de la Franco-Japonaise societe oceanographie)

北極海の海底資源について

**FOSSIL RESOURCES UNDER THE ARCTIC SEA**

まえがき

最近の人類の利用するエネルギーは、ニュートン力学につながる機械的な力の問題から、マックスウエルの電磁気学につながる電磁力に加えて、原子の核エネルギーの利用にまで、広い範囲にわたっている。とくに、核エネルギーの利用にあたって、核エネルギーの制御が十分にできないに状態にある。

このような状況の時期に、北極海の海底にある地下資源を利用して、エネルギー利用が可能な状態となってきた。南極条約に対応する国際的な協定もないので、北極海周辺のみの問題としておいて良いのであろうか。ここでは、北極海周辺における海水流動と関連させて、エネルギー問題の概要を述べることにしたい。これが、将来の地球環境の問題に、少しでも、参考になれば、著者としては、幸甚であると考えている。

元京都大学白浜海象観測所長

## FOREWORD

The human being utilizes various kinds of energies, i.e., mechanical energy in Newton dynamics, electro-magnetic powers in Maxwell's formulae, and nuclear power. Now, it should be remarked that the human being is not yet control well any nuclear energy. for improving our life. Here, the author would introduce a brief note about fossil resources for our energy requirement in the Antarctic Sea as a part of the ocean waters covering about 70% of the earth.

The author should wish to find an effective international steering for "the Antarctic Agreement" under the United Nations, for example, to be introduced for us, and, for the human being.

Director, Retired

Shirahama Oceanographic Observatory

## 北極海の海底資源について

### 1. はじめに

人類は、今では、いろいろのかたちで、エネルギーを利用して、生活も便利なものとしてきている。産業革命は、地中の石炭を燃焼させることによって、そのあとの生活様式変革をうながすきっかけとなった。鉄道の発達には、機械産業と石炭産業とが必要であった。

その後、石油の利用は、自動車の発達をうながし、馬車による交通方式に大きな変革をもたらした。現在では、化石燃料採掘の手は北極海の海域に延びてきている。

丸木舟から木造船は、櫂などの道具による手動方式による水上移動手段となった。

木造の船も、風のエネルギーを利用して、効率的に利用できた。

陸上で、蒸気機関ができると、海上では、鐵製の船が便利なものとなった。

このようにして、人類の行動範囲は、拡大してゆき、海上の、旅行や貨物輸送が容易となって、国際的交流が可能となった。

このような経過を経て、ヨーロッパの諸国では、北極海の探検がはじまる。

地球の形状が科学的にあきらかになると、地球上の各地へと、帆船が出帆し、いわゆる、大航海時代を経験することになる。

発見や探検の時代のあとには、国際協力のもとでの観測調査も盛んになる。

北極での探検と観測について、世界中の海を調べるという状況になった。

また、北極の探検の時代がすすむとともに、南極の調査にも関心が向けられた。

有効なエネルギー利用のために、蒸気機関は、Diesel 機関となった。この有効利用は、人類の多くの欲望を満たす手段にとっては、大変便利なものであった。

時代が移って、エネルギーのための石炭や石油について、採掘に必要な労力や財力などを考慮することが必要な時代となると、手段と目的の逆転が認められるようになっていくのである。

そのような時代のながれのなかで、2000 年代となると、北極圏の海底の化石燃料の評価に世界の視点が注がれるようになる。

地理的に見ると、長期にわたって、北極圏の地下資源が注目されることはなかった。

北欧三国は、自然に恵まれた国々として存在してきた。

とか資源の利用の面では、石炭の採掘において、採算の問題が、石炭産業の限界を示唆することになり、石油資源をもとめて、世界中の国の競合するところとなった。

この競合を回避するために、現在では、世界各国が、連携を取って、共有化を図るようになってきている。それでも、関要資源の地理的条件のほか、各国の利害関係などの問題が表面化してくる。

ここに至って、各国の国力のバランスを図るために、これまでに注目されていなかった

地域の地下資源に関心の目がむけられることは、必然的な傾向である。

現在、北極圏の地下資源の問題について、現状を知ることは、必要なこととなってきた情勢にある。

本文では、詳細にわたることを述べるわけにはいかないが、従来の学術的研究との関連において、概略については、記述することも必要なことである。

このような趣旨によって、以下のような形式で、北極海の海底資源について述べたい。

## 2. エネルギーの利用について

一般的に見て、人類は、生きるためには、周りにある植物や動物をとって、食糧としなくては、生存することはできない。

人類は、生まれながらにして、腕力があり、脚力があつた。ここでの力は、古典力学的なエネルギーによるもので、容易に、見たり、比較したりすることが可能なものであつた。

ところで、人類の利用した最初のエネルギーは、火を利用するという、熱エネルギーであろう。人類を取り巻く、自然のなかで、地中からの高温のマグマや溶岩、それに、温泉といったものが考えられる。あるいは、樹木が、強風に揺さぶられて、擦れ合ったりして、森林火災が発生することをみて、木片を利用して発火させることもあつたであろう。

どのような時点で、人類が発見したか不明であるが、火打石のように、石をぶつけて、火花をつくりだすことができるようになった。

焼畑農業というものは、樹木の自然発火を、原点にしているものと思われる。

それに次いで、地上での、たき火は、樹木を利用したものである。

人工衛星が、地球表面の自然現象の観測に利用できるようになってから、数十年たって、海面の情報の収集も容易になった。しかし、人工衛星が、電磁波を使用する限り、海面下の情報は、電磁波によって調べることは不可能である。それに、海面の高低は計測できるようになってきているけれども、海岸線付近の海面の昇降の評価には、困難な状態にある。一部の例では、海岸線付近での海面の高低を論じた研究もあるが、この例では、補正を、考慮していないために、力学的にみても、測地学的にみても、信頼性に不十分なデータを利用しているものと判断されるからである。

著者は、人工衛星による海面の状況を観測してきた。その結果、人工衛星のデータの、海面温度が、観測船による海面温度との間に、一定のずれがあることの原因を、物理学的に検討した。

その結果、このずれが、地球を惑星と考えると、海面から宇宙へ向っての電磁波の放射によるエネルギーが、海面に生じている水面の波の形状によることが判った。海面の波の形状の表現としては、従来、波の波長、波高、周期という要素を利用する例が多く、およそ50年前の、人工衛星データが利用可能になった時期には、計測上の問題に過ぎないということになっていた。しかし、海面波の一部に曲率半径が、海面波から人工衛星の画像セン

サーまでの距離に近い時には、海面からの赤外放射帯の電磁波が、焦点あるいは焦線を形成する。このような赤外帯域の電磁波は、可視光帯域の電磁波よりも大気中での減衰する率が小さいために、センサーにおいては、温度上昇の効果として、画像上の画素に表示されることになる。すなはち、人工衛星による海面温度は、観測船の表面温度よりも高く表示記録として現れることになる。これを明らかにするためには、地球表面からの放射電磁波に関連して、地球表面は黒体放射をしているとして、熱力学あるいは量子力学における理論を応用することが必要である。すなはち、**Stefan-Boltzmann** の放射の理論の応用で、定量的に説明できることが明らかになった(Nakamura, PIERs Online, Vol.1, No.4)。

このような時代背景の現在、地球環境変化の問題が、世界的な課題として提示されている状態にある。

気象関連の問題としては、地球温暖化の問題が重要視されているが、これに十分な回答を与えるような研究成果が表れるところまでには至っていないようである。

核エネルギーの利用による原子力発電所については、世界各国の事情によって、評価が、かならずしも一致しているとは言えない。

国連の下で、機能を発揮するように **Vienna (Austria)** 設置されている **IAEA**(原子力監視局)は、世界中の核エネルギー利用の状態を監視している。この **IAEA** は、必要があれば、世界中のいずこであっても、その地に立入って、調査し、適正化への指示をする権限を与えられている。

2011 年までに、主要なものでも、日本の、福島第 1 原子力発電所、ロシア(当時、ソ連)のチェルノブイリ原子力発電所、米国のスリーマイル原子力発電所における各エネルギー制御上の不祥事があって、世界各国で、原子力発電所のあり方についての、再検討が求められているが、それぞれの国ごとに独自に指針を割り出しているようであるというのが、現状であると言ってよいであろう。

このような時期に、北極圏の地下資源の問題が、浮かび上がってきたものである。

したがって、以下に述べることも、上述のような時代背景などとともに、世界中の国の国際テク事情を十分に考慮したうえで、判断していく必要がある。

### 3. 北極海の自然と生態系の変化

2000-2010 年の期間に、これまでに得られた北極海に関連した国際的な研究調査の結果をまとめてみると、その要点は、以下ようになる。これまでの研究には、北極海に面した **Norway** および **Russia** が中心になった国際的研究グループが構成され、その他ほかの国、たとえば、欧米、カナダ、アジアの研究者が、このグループに参加して、あたらしい知見を獲得している。

ちなみに、その一部を紹介してみよう。

とくに、北極圏の **Greenland** と **Novaya-Zemrya** とのあいだに位置する **Svarvard** 諸島



については、Norway は、氷の状態の変化を長期にわたって調査している。この諸島のうち、大きな島である Spitsbergen においては、Norway の極地研究所では、Dr. John Oass をはじめとして、研究の結果をまとめてみると、Spitsbergen の島を覆っていた氷が、ごく最近の数年の間に、急速に減少し、これまでは海上から島へ接近するときに、氷の先端に接岸して島へ上陸してきたけれど、いまでは、氷が消滅して、海岸の岩が露出しており、島への上陸も容易なものではなくなっている。

この Spitsbergen には、シロクマが棲息している。このシロクマの親に、ヘリコプターで、接近し、麻酔銃でねらい撃ちをする。麻酔の効果が現れた時点で、このシロクマの生態の調査をする。シロクマのそばには、生後、間もない小熊が 2-3 頭いて、親熊から離れようとはしないが、調査には支障はない。固体としてのシロクマの外見的な健康状態を調べ、首輪をかけに、個体番号と発信機とを取り付ける作業を完了する。シロクマの麻酔が覚めるころには、調査担当の研究者は、ヘリコプターで、調査地点から退去する。

島の西側に、研究員の拠点を設置して、親熊からの電波の信号を受信することによって、時々刻々の親熊の位置の変化を追跡する。島が氷で覆われていた時には、岸辺にセイウチなどが接近する例が多かったが、氷が無くなってくるとともに、水際に、そのような生物の出現も認められなくなっていく。このため、シロクマの食生活の条件は、急速に、厳しいものとなっていく。シロクマの食糧は、時々刻々と減少する。氷がなくなると、岩だらけの島には、シロクマの食糧となるような動物は近付くことがなくなってしまう。したがって、シロクマの行動は、島に残った氷の周りの 2-3km の範囲の限られてしまうようになってくる。

調査のための信号受信記録を見ても、シロクマの行動範囲は、きわめて限られたものとなってしまった。シロクマの信号によって、移動状態が判定できる限りは、生きていることを確認できるが、島の氷の周辺に食糧が無いために、移動の様子も認められなくなる。

シロクマの位置を示す信号を見ても、位置の時間的な変化がなくなり、担当の調査員が、シロクマの位置に行っても、ヘリコプターからでは、探し出すことが難しくなる。やっと発見しても、接近して調査すると、雪の上に横たわっているだけである。すでに、息が絶えている例がおおくなってくる。

このような島における氷の減少が、これまでに、研究者が述べているように、気候変動によるものであって、その傾向が継続すれば、シロクマの生息状態は、さらに、厳しく、シロクマの種の絶滅を考えなくてはならないときがくることになる。

生態学的研究グループの調査によれば、Svarvard 諸島の場合には、氷がとけて、海上に流出すると、氷はこまかくなって、シロクマが氷の上で横になることさえもできなくなる。Fram 海峡の海水流動の影響で、海上の氷は、さらに、岸から遠ざかり、氷は、減少していく傾向が顕著になるばかりである。これが、気候変動と密接に関連しているのであれば、北極海から生物はみられなくなり、様相は、これまでとは異なったものになってしまう。

#### 4. 気候学的要因と可能性

これまでに述べたような、海上の氷の減少は、Spitsbergen 諸島と Greenland の間を南下する Fram 海峡の流れによるところが大きいことは観測調査の結果によって明らかである。

ここで、考えられることは、北極海のうち、とくに、シベリア側の氷が無くなったことにあるものという考え方がある。

北極海では、氷盤の下海水の温度は、海面上の大気の温度より高い。ところで、氷盤が解けて、開水面が広がると、そこでは、海面からの蒸発が盛んになって、上昇気流を発生し、低気圧の状態が形成される。

氷盤の残った部分では、氷盤が絶縁体となって、大気と海水との相互作用はないと考えてよい。しかし、氷盤状の大気は、冷却されて、そこに、高気圧を形成することになる。

このようにして、この氷盤上の高気圧と開水面状の低気圧とのあいだに、大気の移動が発生することになる。これが、気流として、海上の氷を移動させることになるというわけである。

さらに、この開水面形成は、夏季に限られるので、この時期には、海上に漂流している氷は解けて、表面海水の温度を低下させるという考えに立てば、開水面では、次の冬季には、1年生の氷、正確には、約4か月間で形成された氷ができていることになる。しかし、この1年生の氷は、解けやすく、砕けやすいと言われているようである。

日本の海洋研究者も、北極海を自然を知るために、国際協力研究に参加している。それでも、Norway などの研究者のように、北極海を日常的に把握できていないために、北極海を自然現象を、十分に理解できているか、疑問点が残る。論理的には、物理現象として、誤ってはいないようにみえるが、北極海では、北極点を中心として、地球自転していることによって、この力学的影響が、適切な判断の基礎に認められているかどうか、この点を、確認しておく必要がある。

#### 5. 二酸化炭素の挙動

北極海において、気体中の二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) の挙動は、いかなるものであろうか。永年氷のなかに閉じ込められていた二酸化炭素が、氷から大気中に解放されたときに、すべて大気中の気体として位置付けられるであろうか。

一般に、大気と海洋との間では、化学的に見て、一定の分圧をもって、力のバランスが成立するようになっていて、大気中の二酸化炭素の増加があれば、大気中の二酸化炭素の増加分だけ圧力が大きくなる。ところが、海洋中には、溶存二酸化炭素がある。

大気中と海洋中の二酸化炭素の分量の比率は、大気圧のもとにおける、溶存二酸化炭素を考慮することによって、正しく評価されることになる。海水に、大気圧の作用が無い時には、永年氷が解けるときに解放される二酸化炭素は、大気中に、すべて放出されると判

断してもよい。量的に微量であるとしても、海水中の溶存酸素などが、重要なことを考慮すれば、無視するわけにはいかない。海中溶存二酸化炭素も考慮の対象になる。

北極海の永年氷の厚さが、かつて、4mであったとしても、大気温暖化が要因となって、1年生氷の厚さが70cm程度しか成長しない状況になると、氷底には、ある種の *Algae* の付着棲息が可能になってくると言われている。その理由としては、海水温が氷の温度より高いことと、太陽光が氷の中を透過して、氷底は、*Algae* の生息条件を満たすようになると言われている。

物理現象と生物現象および化学現象との相互関係には、海水や陸水における知識が、そのまま適用できるのであろうか。ちなみに、中国南部の溪谷や山容は、水墨画としては、南画と称される範疇に属する。この風景の形成には、相当量の石灰岩が必要である。これに関連して、 $\text{CaO}$  の存在の下での、二酸化炭素の固定という過程がなくてはならない。

また、サンゴ礁の形成には、関連した海洋生物の存在と海中溶存二酸化炭素が必要であると思われるが、定量的に、その可能性が判定できるのであろうか。

## 6. 力学的過程

北極海の開氷面と永年氷との間に形成されるフロントは、たとえば、人工衛星による9月期の赤外面像および可視画像によって知ることが出来る。たとえば、

Perovich, D. K. and J. A. Richter-Menge 2009 Loss of Sea Ice in the Antarctic, Annual Review of Marine Science, Vol.1, No.1.

においては、1980年から2005年を経て2007年までの期間に、北極海の開氷面フロントの変化を追跡している。人工衛星のデータを処理して、得られたデータを並べて、研究業績とみなすことに、著者は、賛同できないが、それでも、上記の論文に提示された画像から、北極海の開水面フロントの時間的な動きを知ることが出来る。

ここで、気象学の分野における理論的研究をみると、Yoshikazu Sasaki が、気体分子の地球上の運動の一例として、極軌道子午線沿いの慣性運動を1950年に発表している。

Sasaki, Y. 1950 On the trajectory of the inertia motion of an parcel of air, Geophysical Notes, Vol.3, No.32, University of Tokyo.

この論文の要点は、1954年に、Shigeyoshi Shouno によって紹介されている。すなはち、Shono, S. 1954 気象力学序説、岩波書店、東京。

この気象学的研究は、その後、長期にわたり、気象研究者の注目をひかなかった。どうも、気象学において、その当時における流体力学の理論の応用例のなかの一節に位置付けられるのにとどまっていたようである。

ところで、人工衛星データの直接受信による海面温度分布の研究の延長として、画像解析と観測に加えて、その力学的意義を求めようとした結果、上記の、Sasaki の研究を海洋学の観点から検討した例もある。すなはち、

Nakamura, S. 2010 Satellite thermal monitoring of Arctic ice front in relation to Dynamics of a polar orbital ocean circulation,

Progress in Electromagnetics Research Symposium Proceedings, X'ian, China.

詳細にわたる検討は、さらに、今後の研究を俟つ必要があるが、海氷の影響が駆動力となれば、深層流の極軌道慣性運動を左右する外力として有効であろうと考えられる。

気象学においては、輻射の問題として、東北大学においては、山本義一の例を挙げることができるが、この研究例も、気象学要覧の一部としての存在に留まっていた。著者の察するところでは、どうも、気象大学校における、一般気象学の一部として、熱力学の存在が紹介されていた状態であり、気象学研究課題としては、関連研究もなく、重視されてはいないように見えた。

ところで、Nakamura の研究は、1950 年代以降、人工衛星による海面温度画像が利用できるようになったことがきっかけになっていると言えるであろう。当時の人工衛星データは、先端的な研究を生み出すものと予想された。けれども、観測船によって直接観測した海面温度と人工衛星の海面温度には、空間的にも、時間的にも、およそ 5 度の差があり、人工衛星の海面温度のほうが高い傾向にあった。その当時は、気象学における計測器の例と同様に判断して、系統的なずれとみなされ、補正值の対象とされていた。補正值には、物理学的な意味は無かったのである。

人工衛星の信号を直接受信して、海面温度の画像が即座に取得できるようになって、上記の補正值が、空間的にも、時間的にも、適当ではないことが判明した。

海面からの放射温度と海面温度との比較をすると、熱力学的に地球を黒体としてみると、地球惑星の表面からの放射温度に海面の波浪の曲率を考慮すると、上記の、補正值には、物理学的に重要な意義があることが判明した。現在では、量子力学のテキストの一章に認められる Stefan の理論に、Boltzmann 定数を導入することを考えた、これによって、人工衛星の海面温度の補正值は、海面からの電磁放射への海の水面波の影響であることを示すことができた。

## 7. 北極海の海底資源の未来

ここで、北極海の海底資源の未来について考えてみよう。

本文に入るまえに、その基本になる諸問題の説明をしよう。

### 1) 熱エネルギーの発見と利用

人類は、地上生活において、自然のエネルギーを活用して、活動の原動力としてきた。

地球上において、最初の食糧は、自然のエネルギーのもとで成長した植物及び動物であったものと考えられる。この時点で、人類は、生物学的なエネルギー利用のリンクの一部を占めることとなったということが出来るであろう。

その後、自然発生的に生じた山林火災などは、人類にとって、人為的な火の利用の契機

となった。木片を擦り合わせて、発火点となった木片に赤い火があらわれることは、新鮮なものであったであろう。

人類は、それまでに、自然界のなかで、地中から噴出する熱の存在にかこまれていた。その生活環境のなかで、その熱エネルギーを利用できるようになるまでには、長い年月を要しているに違いない。人類が必要とする熱エネルギーは、いろいろの形態に変換される必要があり、しかも、地中から噴出する熱エネルギーの一部が利用できれば、さしあたり、十分である。一日のうち、夜間の明かりへの利用は、人類の行動範囲の拡大と保身技術に有効である。動物などは、夜間の明かりおよび熱に、人類とは異なった反応をする。

焼け残りの木片や地中からの噴出物のなかから、あらたな物質が発見される。金属などのほかに岩石などが変性することも発見することになる。

いずれにしても、現在のエネルギー利用の原点は、人類が、自然から学んだものである。

## 2) 産業革命と熱エネルギー

産業革命においては、石炭が有効な熱エネルギー源として利用されることになる。それ以前においても、露頭で発見された石炭は、発火点は低いが、木材燃焼による熱エネルギーよりも長期的に空気を高温高熱にすることが可能なことも発見している。このようなことが、日常生活における熱エネルギーの利用形態に大きな変革をもたらすことになる。

食料の加熱処理によって、多様な食生活が可能となる。空気の潜在的なエネルギーが熱エネルギーとして顕在化ができるようになる。物質の熱加工処理によって、生活に便利なものや必要なものが造りだせる。

このようにして、人類の生活様式は、大きく変化し、同時に、生活環境の変化も顕れる。

## 3) 経済活動と大量生産

熱エネルギーは、力学的なエネルギーに変換され、いろいろな物質の加工によって、各種の製品の生産が可能となる。機械的な構造を利用すると、生産の量をいくらでも増加させることが出来る。生活において需要の高いものは、それまでは、交換経済の対象とされて、長期間にわたる安定した経済生活が実現していた。また、交換経済にかわって、貨幣経済の時代へと移行すると、生産された製品は、貨幣価値におきかえて評価され、等価貨幣の概念が発生する。

## 4) 大量生産と経済的利潤

貨幣経済における製品の貨幣価値は、製品の質的問題につながる。貨幣経済における製品の価値は、製品の質および地域性と関連して、かならずしも、同一とはならない。

製品の生産には、生産に関わる労働力が必要である。労働力を提供する人の数によって、製品の価値は、材料の費用などと労働力を提供する労働者への報酬とを合わせて定まる。このとき、生産者は、大量生産の投入する資金を考慮するとき、資本金のほか、経済的利潤を獲得する必要にせまられる。

## 5) 製品の価値と労働報酬

製品の需要に対応して、製品の供給が行なわれるのは、製品の需要にこたえて、等価貨幣

と交換する行為と同等である。労働者の生活を保障するためには報酬が必要である。そのために、製品の価値は、製品の原材料経費に労働者の報酬が加算されなくてはならない。

#### 6) 利潤追求と採算性

生産にあたって、その長期的視点を考慮して、利潤追求をすることである。このために製品に付加価値をあたえることが必要なことになる。このようなことが実現できなければ、採算性がなくなるので、貨幣経済は交換経済としては認められなくなる。

ところで、一般に、現在の取引形態の貨幣経済では、第 1 次産業の生産よりも、第 2 次産業の加工よりも、第 3 次産業のサービスに対する経済が発達している。交換経済の初期とは異なり、現在では、このサービスの経済的な評価が重要性をもってくることになる。

現在では、エネルギー利用の状況も、大きく変わり、化石燃料の利用が顕著である。化石燃料といっても、石炭は、採算性などから考えて、利用の対象とはならなくなってきた。それにかわって、石油やガスの利用度がたかい。

それに、石油やガスの生産地は、きわめて限定されている。例えば、現在の日本では、主として、中近東から、原油を輸入している。ところが、中近東の石油の埋蔵量にも限界があるために、ヨーロッパなどでは、その他のエネルギーの利用も活発である。

ただし、原子力発電所については、2011 年の事故のあと、世界中の国で、核エネルギーの利用には、慎重論もある。

いずれにしても、地下資源の利用は、現在も、各所で検討されているようである。その例のひとつとして、北極海の化石燃料が考えられる。

#### 7) 北極海周辺の近況

ここで、北極海の地下資源について、簡単に述べたいと思う。

##### (7.1) Norway の調査計画例

最近の資料のなかのひとつを選び出し、それを参考にして、北極海周辺の近況についての概略を述べることにしたい。すでに、この参考とする資料が公表されてから数年経過しているので、その点に留意して、説明をしたい。

2007 年 8 月 2 日、北緯 90 度の位置において、あるできごとがあった。すなはち、砕氷船“Rossia(ロシア)”から海中に降ろした潜水作業艇が、北極点にあたる海底に到達し、その“Rossia”が国旗を立てたのである。ロシアのねらいは、北極圏の海底地下資源の利用にある。

この北極圏には、これまでに発見されていない地球上の約三分の一の石油が埋蔵されていると言われる。このことについて、Norway の政府の石油関連担当者は、すなはち、北極圏における石油採掘は望ましくない、という発言である。このような石油の利用は、あらたな二酸化炭素の排出源をつくることを意味するといっているのである。

また、世界自然保護基金の組織の関係者は、利用するとなれば、石油と天然ガスであろうと考えられるが、そのようなものの利用によって、気候の温暖化を招き、北極海の氷の減少をまねき、さらには、そこでの、動物などの生態系のバランスを壊すことになる、と発言している。このような地下資源の利用は、人類の欲望に、限界が無いことを意味していると言ってよい。

北緯 70 度、Norway の最北部にある Hammerfest において、2006 年 12 月から、これまでにない石油資源についての、熾烈な争いが起ころうとしている。この街の沖合では、北極海の海底からの最初のガス田開発が始まる。すなはち、これまで無人島であった島には、液化天然ガス (LNG) のプラントが出来上がっている。このプラントに対するテロの対策として、一般の人の立ち入りは禁止されている。町とプラントとは、海底トンネルによりつながっている。北極ではじめてのプラントは、Norway の石油企業である Stadt-Oil 社である。総工費は、1 兆 4006 億円といわれる。このプラントでは、掘り出される石油ガスを -163 度に冷却して、Europe の市場に売り出す予定となっている。また、船によって、アメリカに出荷することになっている。2006 年 12 月 21 日、プラントの沖合に、1 隻の LNG 船がやってきた。船籍が Hammerfest の輸送船 “Arctic Princess” である。日本での建造船であり、厳しい北極圏の海上の条件に耐えられるようになっている。この日、このプラントを始めて稼働させるために、必要な燃料を運んできたところである。しかし、悪天候の為に、この船は、直接、すぐに、入港することが出来ない状態である。船内で、関係者が集まり、船室内において、今後の打合せをする。このときの天候では、周辺の海上での風速は 20m/sec 以上であった。海上は、高い波浪であり、船の接岸は不可能と判断された。この時期には、気温も -20 度以下となっていた。プラント内に配置されているパイプライン内の薬品も凍結するおそれがある。そのため、パイプをあたためるために、パイプのまわりに電線を巻き付けて、パイプ内の温度の維持を図る。しかし、これにより、要したプラント建設経費は、当初に比較して、およそ 1500 億円の超過となった。それでも、生産が始まれば、このような超過経費は、ただちに回収できると判断された。たしかに、その回収に要した期間は、予想よりも短期間で済んだ。石油の価格が 40 ドルとしても、回収期間は 4 年で十分である。

天然ガスは、Hammerfest から、143km 沖合の Snowbit 油田のプラントから、海底設置のパイプで陸上へと輸送される。作業員は、水深 300m にある石油ガス田の開発に従事するために最新の技術を導入している。それは、Subsea(海底生産装置)とよばれるものである。Subsea は、海底に掘削された井戸の上に降ろされる。そこで、噴出してくる天然ガスを、遠隔操作によって、プラントまで送る。海底に設置されるため、海面に浮かぶ流氷による

障害を避けることが可能である。このようにして、北極海の海底油田にある天然ガスを採取することを、はじめて、可能なものとしたのである。

北極海のプラントには、すでに、60 か国を超える国々から、300 人の作業員が集まっている。作業員の居住性も快適に様に配慮されており、食事也十分に用意されている。

プラントの建設に従事するために Norway からきている作業員は、2004 年に、この場所へと移住してきた。彼らの説明によれば、埋蔵天然ガスは、25－30 年分はあると言われていようである。ここで働くと、給与も、ほかの事業所よりも、はるかに多い収入になる。この周辺には、ほかにも、天然ガスの油田があると言われているので、次の世代も、この場所で生活できると判断しているようである。

プラントの開発により、人口は増加し、街の経済に大きな影響を与えている。スーパーやレストランが、次々と開店し、住宅を探しもとめる人も増えてきている。しかし、物件は数に限りがあるために、その価格も上昇気味の傾向にある。以前は、2LDK の物件などは、月 9 万円程度であったが、2006 年になると、それが、24－40 万円となっている状態である。天然ガス開発のお陰で、毎年 65 億円近い経済波及効果があると認められるようになってきている。

1 週間ちかく吹き荒れた気候が、ようやくおさまって、上空には、オーロラがみえることもあるようになる。天候の回復を待ち続けていた輸送船 “Arctic Princess” が無事に入港することができるようになった。2007 年 1 月 2 日には、北極初の LNG プラントが稼働をはじめていた。プラントの Control Room 内は、人数も増え、作業に多忙な時間を迎える。このころ、タンク内の温度は－151.9 度であった。安全弁を通過したガスは、排気用の煙突で、炎をあげて燃えていた。建設開始から 5 年経過して、北極初の LNG プラントに灯がともることになった。10 月からは、天然ガスが、世界各国へ向けて出荷をはじめている。

このようにして、北極海から光を取得することに成功したわけである。さらに。資源の探査をして、より深く、より北へ進み、ロシア側にも、このことを伝えたいと思っている。

ところで、莫大な資源を供給する北極海の資源開発は、地球温暖化と深く関連しており、連動して変化している。それは、これまでの気候温暖化によって、北極海における開氷面が広くなり、天然ガスの油田探査や天然ガス採取が可能となってきたことと、深いつながりがある。

Norway の極地研究所は、北極海の資料を、世界中から収集している。この資料の中は、1800 年代に船舶によって調査された観測記録も含まれている。資料は、およそ 6000 点に及んでいる。航海日誌もある。この航海日誌には、氷の厚さやその周辺の状況が、詳細に記されている。研究所では、このような記録をもとにして、古い時代の海水地図を作成するという作業をしている。例えば、1866 年 4 月の北極圏でも、Norway と Svarbar 諸島のあいだにある Barents 海の開氷地図はできあがっている。これを見ると、Barents 海は、海水で覆われていることがわかる。ここで、2007 年 4 月における Barents 海の同じ海域について得られた海水の分布図をモルト、Barents 海は、開氷面であり、海面が広がっている



ことが、よくわかる、Svarbard 諸島は、氷雪におおわれている。このことから、海面と氷との境界は、150 年のあいだに、およそ 250km も、北上していることがわかる。

2007 年 7 月になると、Norway は、氷の減少が顕著となってきた Barents 海では、あらたな資源を求めて、海洋調査をはじめた。沖合に調査での重要な役割をはたすのは、沖合に建設されている Oil-Rig (名称 - Polar-Pioneer) である。この Oil-Rig には、陸上から、ヘリコプターによって往復ができるように、ヘリポートが用意されている。

Polar-Pioneer は、沖合で、海底浮上形式の構造となっていて、普通の船舶と同様に海上を移動できる。必要があれば、正方形の Flat の四隅に用意された脚を海底に降ろし、その位置を固定することも可能である。掘削用のやぐらは Flat の中央にあり、作業員の居住棟を結ぶトラスの対辺には、海上の作業船からの荷物の積み下ろし用のためのクレーンが設置され、実際の作業の当たっては、最初に、地下にある天然ガスの埋蔵量をたしかめる必要がある。これに必要な掘削作業にあたっては、Flat の脚に取り付けられた 4 基のプロペラを操作して、位置制御および姿勢制御を行う。この作業は、海面が氷で覆われても、真冬でも可能である。制御室は、原則として、Flat が海上にある時には、入口を閉じる。この作業室は、気温が -20 度まで低下しても、快適な室内温度が確保できるようになっている。室内の Control-Panel では、掘削作業にあたり、井戸に、pipe を入れ、石油の埋蔵量を詳しく調べる。たとえば、ある作業例では、水深 85.02m の作業点において、井戸の底の深さ 3242.00m までに情報が得られる。従事している掘削作業技術者は、25 年の経験があり、必要な作業は、4 週間で完了できる。埋蔵量を知るには、最低、1 週間が必要である。掘削従業員は、この Pnael の横の作業員室で、24 時間、つねに、作業待機の状態にある。

作業点の位置は、モニターによって簡単に知ることが出来る。たとえば、Furuno 製の GPS/WAAS NAVIGATOR を利用すれば、作業点の現在位置が、71°36.024'N, 20°49.658'E のように、表示された情報がわかる。この例は、作業点が、これまでの例よりも、最も北に位置したときの例である。

最近の、氷の減少が顕著になった 1 年間に、Barents 海の南部の海域で、60 か所の作業点を移動したこともある。

巨大な埋蔵量をもつ場所を探索するために、絶えず、北上を継続している。その詳細については、ここでは、述べることはしない。

## (7.2) Russia の事業計画例

ロシア連邦においても、北極海の海底資源に関心は高い。

Norway の Snow-Bit ガス田に対抗して、同じ Barents 海の一部である Novaya-Zemrya の沖合いに、Shtockmann ガス田の開発を計画している。この開発を担うのは、世界中でも最大の規模の企業とされる Gas-Prom 社である。Europe の必要としているガスのおよそ 3 分の 1 を、Gas-Prom 社が供給しているのが、現在の状況である。

Rossia は、ここで、大陸棚開発事業に、はじめて、参入してきたことになる。

Shtockmann ガス田では、海底下に、4 層にわたって埋蔵されていると判明している。

Gas-Prom 社では、天然ガスの埋蔵量を詳しく調べるために、3次元の立体映像を利用し、くわしく調査をした。その結果によれば、最も生産性の高いのは、4層のうち、最も上層にある天然ガスが有望であると、Gas-Prom 社の研究所では、判断している。品質は特に良く、しかも、膨大な埋蔵量であると認められている。埋蔵量は、3 兆 8000 億 $\text{m}^3$ と推定されている。日本の天然ガス需要の 45 年分に相当する世界最大級のガス田である。Gas-Prom 社は、このデータを駆使して、埋蔵量のほとんど総てを掘り尽くしてしまう予定である。

2007 年 4 月から 9 月までの北極海の氷の減少は著しく、北極海の氷の量の記録は、これまでの最少となった。これによって、ロシアの北極海沿岸のほとんどは、氷のない解氷域となってしまったのである。

Gas-Prom 社によれば、Schtockmann ガス田のほかに、19 兆 1000 億  $\text{m}^3$ の天然ガスの埋蔵量を確認したのである。また、このほかに、大量の石油の埋蔵の存在も確実視されている。Gas-Prom 社の研究所の関係者の話によれば、北極海から得られる天然ガスや石油の量は非常に豊富であり、これは、非常に有望な海域であると半田 b されるとしている。

地球の温暖化によって、北極海における地下資源の開発には有利な条件が整ってきた。しかし、一方で、Barents 海周辺は、巨大鉱山の出現という事態が発生するという脅威にさらされる状態になってしまっている。この巨大な鉱山の中心には、Novaya-Zemrya 島が存在している。この島には、あわせて、2700km におよぶ長さの氷河が存在していることも。すでに、わかっている。この氷河から、温暖化によって、次々と、氷山が生まれることになることも明らかである。このことは、石油掘削開発には障害になるものと判断される。

海上に生まれる掘削装置が、氷山に衝突し、装置が沈没するという脅威がうまれている。

この問題に対処するために、Gas-Prom 社は、この問題についての対策を確実なものとするために、Russia 北極南極研究所に調査を依頼することにしたのである。この研究所では、海氷水門気象情報センターが、その調査を担当することになった。さしあたり、ここで、氷山の形成過程について調べることにする。第 1 に、現場の付近にある氷山の動きを把握するという作業にとりかかった。つぎに、現場における、氷山と掘削装置との衝突が、どのていどの可能性であるかを評価することである。この問題の解決のために、周辺の氷山にロープをかけ、その位置を変えろという手法を考える。これで、実際に、作業船と氷山との衝突を防止できるということを確認した。これによって、衝突の事態を避けることは、実際に、確実に可能であると判断した。したがって、海上における不測の事態は防ぐことが出来るという確信が得られている。

Russia は、さらに多くの地下資源を求めて、現在の対象域から、調査対象域を北上させようとしている、Russia がねらっているのは、北極点の位置である。この北極点周辺の海域にも、多くの地下資源が埋蔵されているものと判断されているのである。しかし、地理的に見ると、北極圏は、少右辺の国の沿岸から 200 カイリ以上の距離にある。関係国としては、アメリカ合衆国、カナダ、デンマーク、ノルウェー、ロシア、ということになる。

北極圏の周囲の国は、沿岸から 200 カイリまでの範囲内しか専有権を持っていないとい

うことである。

このような国際的な状況の下で、2007年に、ロシアは、北極海の探査を始めた。海底の地質調査も実施した。調査対象は、ロシアから、Greenlandまで、北極海をおよそ1600kmにわたって横断している Romonozov-Ridge という海嶺である。

Russia は、この Romonozov-Ridge は、Russia の大陸棚とつながっているという考え方をしている。このため、大陸棚と Ridge との関係を明らかにすることを目的とした調査を進めているわけである。この陸棚と Ridge とがつながっていることを Russia が証明して、さらに、国連が、これを認めれば、Russia の海上の権利は、現在よりもひろくなり、沿岸から 350km 沖合までの海底の埋蔵地下資源の掘削権を獲得することになる。このときに、Russia の海上利用権の増加は、海面の面積にしてみると、120 万  $\text{m}^2$  の増加となり、日本の面積の約 3 倍の増加となる。

Russia の調査の結果によれば、Romonozov-Ridge は Russia の大陸棚の延長であるという証拠をつかんだという表現をしている。Russia の北極調査隊の発言によれば、その根拠として、海底の岩石の調査の結果にもとずき、これを、証拠としている。この調査の最後に、Russia は、調査船を北極点に停戦し、そこから、潜水艇を水深 4261m の海底まで潜らせ、ロシア国旗を海底に立てるという performance を行ったのである。

この Russia の performance に対して、Canada や Denmark は、強い抗議をしている。

北極圏に埋蔵されている地下資源は、現在、地球上で、200 件の天然資源のうち、量的にみて、4 分の 1 にのぼると推定されている。そのため、各国の調査は、着々と推進されているのである。

ただし、ここで、Russia の北極調査隊の関係者のコメントからみると、たしかに、陸棚面積の拡張は Russia の北極海における経済活動の活性化につながるかもしれないが、同時に、それは、地球の温暖化を促すことに直結すると思われる。したがって、科学者の立場としては、地球の温暖化にかかわるような問題のかかわることは、可能な限り、避ける様にすることが望ましいと考えるということのようである。

### (7.3) 韓国の事情

人類は、より多くのエネルギーを利用したいという欲望を満たすために、いろいろな新技術を生み出した。地球温暖化に対する北極海での資源開発は、その延長上に位置するものと言っても差し支えない。

Russia は、世界第 2 位のサムスン重工業(韓国)に依頼しているのが砕氷タンカーである。この砕氷タンカー (Kapitan-Gotzkii) は、前兆 257m、厚さ 1.7m の海氷を割って前進できる性能をもったものであり、世界でこのようなものはない。

この船の設計には、これまで 600 席以上の設計を担当した技術者があがっている。設計者の話によれば、氷点下 45 度の極限的な条件でも耐えられるようにできるように、特殊な鋼材を使用している。また、北極のような厚い氷を割って進むことが出来るように、船首は、これまでの船よりも、とがったものにして、氷をナイフで砕いて進むように考えた。

従来の砕氷船の例では、船の重量で氷を割って前進するという手法である。船首を氷の上に乗上げて氷を砕くということを繰り返すのでは、船にかかる衝撃が大きすぎて、燃料を積載した船としては望ましくない。

石油やガスなどの燃料の輸送をする船舶では、船の進行の為に、船を傾けたりすることは望ましくない。それで、ここでの場合には、氷を切り裂き前進する手法を船の構造に取り入れた。このために、モデル実験も実施して、改良を加え、結果として、1.5m の氷を割って前進できることも確かめている。ここで考えたようなナイフのような船首であれば、氷を割って前進することもできるし、海氷を蹴散らして前進することもできる。さらに、船の砕氷能力を上げるために、船尾の両舷につけた screw およびその周辺構造の形状にも工夫を加えた。これならば、厚い氷に行く手をさえぎられた場合には、船の後退も容易であり、このような機能をもつ砕氷タンカーであれば、冬季の北極海でも、航行が可能であり、1年中、いつでも、原油を積んで運行ができるように配慮がされている。

この場合、このような新しい工夫を加えた船が、中緯度の国において、北極圏の事情を十分に把握しているのみで、目的は、十分に果たされることになるであろうか。しかし、北極圏の日常的条件と人の対応とが機能的になるように必要十分な配慮が無ければ、不測の事態や、初歩的段階における生涯の発生には、即座に対応できない事態が発生することになり、事業としては、計り知れないリスクを背負った状態にあるというおそれがある。

ところが、現在のところ、韓国では、この砕氷船にすると、ふつうの船の4倍の建造費がかかる。それに、現在、23隻の受注を受けているという状態である。造船側からみれば、このようにして、北極海の原油の輸送が盛んになれば、船の需要が盛んになるものと期待され、造船業の隆盛にもつながることも考えられるかもしれない。

#### (7.4) Norway における経済的な評価

Norway の Hammelfest では、北極海を拠点とした LNG の経済性が重要な問題となる。

上述のような段階をへて、ここでは、世界の最先端の技術を駆使した結果として、北極の海底資源である LNG が、海底から陸上まで容易に輸送できるのである。

将来性に期待をよせて、経済的な動きも、これまでとは異なったものとなる。

すなはち、運用が円滑に昨日することを見込んだ、経済界の対応が現れることになる。2007年10月1日には、Oslo 証券取引所では、さらに開発するための、つぎの一手が考えられるにいたった。すなはち、この事業の、運営上の、第1事業者である Stadt-Oil 社と第2位である Hydro 社との合併が認められたのである。Stadt-Oil-Hydro 社は、このようにして、世界最大の原油を取り扱うことになった。この合併直後、北極開発に関する国際会議が、この Stadt-Oil-Hydro 社による主催のもとに、開催された。世界44か国から企業が集まり、北海開発の生産性および最先端の技術が公開された。

すでに、水深3000mの海底から、原油を採掘することが可能になっているのである。国際会議では、革新的な技術開発による必要性についての発言があった。このようにしているあいだにも、さらに、深海へ、また、さらに、北極へと、進む事業がすすめられている。

これまでに、これを可能にする武器は、技術であり、また、懸命に探査を実施して、石油に所在を明らかにすることにあつたことを、述べて、会議への参加者の賞賛を得ている。

さらに、2007年には、石油資源を研究する施設として、専門の学校を設けた。50人の枠の中で、3年間の授業が予定され、その授業料は無料となっている。このような情勢を背景にして、Norwayは、独特の開発を推進するための人材の育成をはじめている。この時点においては、このような教育が、Carrierの充実につながり、将来のためになると考えているのである。

これまでは、厳しい環境であつた北極海が、地球温暖化のおかげで、近資源開発の推進に有効なはたらきをしているのである。

しかし、このような北極海の化石燃料の獲得を目的とした地下資源の開発事業には、地球温暖化を促進する恐れがあるという面で、大きなリスクを背負っている。すなはち、地球の温暖化が、北極海の地下資源利用を可能にし、その地下資源の利用が温暖化を加速するという、負の連鎖関係を形成していることである。

2007年11月には、国際エネルギー機関が、World-Energy-Outlook-2007という形式で、世界エネルギー事情の未来予測についての所見を発表した。

すなはち、地球温暖化という問題が深刻な未来をもたらすという予想がなされているという現在において、世界のエネルギー事情は、2005年にくらべて、2050年には、55%の増加が見込まれている。これは、すべてのエネルギー利用状況を、石油利用換算によって、評価したものである。すなはち、2005年には、11億トン相当の石油消費量であつたものが、2030年には、18億トン相当の石油消費量となるという推算になるということである。

消費エネルギーの内訳をみれば、石炭が約25%、石油が約30%、天然ガスが約20%、原子力が約5%、バイオ燃料が約15%などと推定されている。

これから、21世紀の前半、2050年までのあいだに、従来と同様に、化石燃料が利用される率が変わらないという傾向が予測されている。

これに伴って生ずる二酸化炭素の排出量の増加は、2005年を基準として、2030年には、57%の増加が見込まれるとしている。

2005年の二酸化炭素排出量を約25億トンとすると、2030年における二酸化炭素排出量は、57%の増加により、約40億トンということになる。

これからの、エネルギー需要の高騰によって、エネルギー原料の金融価格は、高騰するという傾向にあり、2007年位は、エネルギー関連企業の営業利益は、2700億円程度のなるものと推定されている。

各企業の営業者は、今後、このような営業利益についての見直しをしなければならないことになる。

NorwayのSchmidt-Oil-Hydro社においては、二酸化炭素対策マネージャーがその問題の暗闘となっているが、世界エネルギー機関の主張するような方向に事業計画を以降することは難しいことであると考えている。

ここで、化石燃料を使用しながら、二酸化炭素を削減する方法を考えることしよう。

たとえば、北海にある、Sleipner ガス田の場合には、年間 27 億  $\text{m}^3$  の天然ガスを採掘している。この天然ガスにはおよそ 9% の二酸化炭素が含まれていることに注目してみる。ここで、従来、世界中のどこでも試みられることの無かった方法をたましている。すなはち、1991 年に、ここで試みたことは、以下のとおりである。

ここでは、この二酸化炭素を、海上で分離して回収することになっている。この回収に当たっては、アミンを利用する。これによって、天然ガスに含まれる二酸化炭素だけの回収が可能である。このようにして回収した二酸化炭素は、パイプによって、地下 1000m の深さの地層に注入する。この注入によって、キャップロックとよばれる地層の下まで送られた二酸化炭素の貯留状態は、定期的に、点検される。たとえば、1994 年には、自然状態にあった地層に、注入開始によって、1999 年には、貯留開始の効果があらわれる。これは、地層断面の状態をモニターすることによって、貯留量の分布も判別できる。このあとは、2000 年、2002 年、2004 年 2006 年と時間の経過によって、同じ地層の部分でも、貯留量の増加が、モニターによって確認され、その記録は、保存されている。この手法の導入後 10 年で、およそ 1000 万トンが貯留されていることが確認されている。

このような処理は、地球オゾン高対策のひとつとして、IPCC、すなはち、気候変動に関する政府パネルによって定められた規則にしたがっているものである。

北極圏にある Hammlfert の LNG プラントにおいても、同様な方法による、二酸化炭素の地中貯留処理がはじめられている。

これには、二酸化排出権の取引などの問題も考慮されている。

Norway では、このようにして地中に注入した二酸化炭素を利用して、石油が容易に採掘できるような手法を導入できるものと考えている。つまり、地中に、二酸化炭素を封じ込めて、そのかわりに、これまでに利用することのできなかつた石油を地表上に導出することは、大変、好都合である。この手法は、すでに、実用化されている、現実、利用できる手法として考えてよい。すなはち、その好例が、これまでに、実用例は、Norway においては、常識のようになっている。

#### (7.5) 石油生産量の落ちた油田の再利用

上述の手法は、これまでに、Norway では、石油生産量の低下した油田に適用して、多くの成功例を築いてきている。このような側面をみると、採算性の良くない油田の再生事業も、今後、ひろく普及することになって、気候温暖化への対策への、事業の関与も、より積極的になるということも考えられる。

温暖化対策と石油増産とを同時に考えようとする石油産業は、このような方式の導入を、さらに推進することという方向に、後押しをしようとしているようにみえる。

しかし、一部の学者は、このような傾向には、温暖化の状態を、さらに、悪化させて、取り返しのつかない状態陥るということに関与した要因が、多すぎるという反対意見を、表明しているものもいる。

世界自然保護基金の関連者は、今後、このような石油資源の利用を、積極的に、提言させるように努力することが必要であると主張している。北極圏は、現在、これまでなく、多くの二酸化炭素を排出している状態にある。

人類は、二酸化炭素の排出に、反対をする必要がある。

二酸化炭素の排出量の定期的な観測を始めて以来、Norway の Arker-Stord 造船所では、新しい掘削リングとして、Drilling-ALFA の運用をはじめている。前兆 120m というリングを使って、海底下 1 万メートルの掘削も可能であると称している。この掘削リングの名は、完成後には、正式に、決定される予定となっている。ArcarkBanner 社の関係者によれば、その正式名は、“Spitzbergen”ということになると説明している。

北緯 78 度という、北極圏に、きわめて近い位置にある Spitzbergen 諸島の存在意義は、大きく、それくらいに高く評価されてもよいと考えている。

新型の掘削リングには、この諸島の名が、付けられることになっている。

現在、シロクマの生息地であるという意味から、Norway では、これ以上の掘削を禁止しているのが、実情である。しかし、石油・天然ガス運用当局では、石油などのエネルギー源としても有望なことを認識している状態にある。

北極圏のシロクマのいる Spitzbergen に、新しい石油掘削リングを作ろうとするとともに、石油企業の強い熱意があらわれていると言えるであろう。

#### (7.6) 北極海の油田開発と日本の事情

北極海を、さらに、北上を続ける石油事業の考えている方向は、極東の地にある日本と無関係ではないのである。

たとえば、東京ガスにおいては、神奈川県の大井町工場では、首都圏に暮らす 1 千万世帯の生活を支える都市ガスを供給する役割を担っている。2008 年 3 月には、Norway が北極海で採取した天然ガスを積んだタンカーが、この神奈川県に到着した。

日本では、北極海の天然ガスを輸入するのは、これが、はじめてである。海の下で眠っていた資源が、すでに、生活を支え始めているのである。

あたらしい地下資源供給源となった Spitzbergen 諸島から、2007 年夏には、すでに、氷は消滅してしまった。採掘には、絶好に条件が揃ってきている。そこには、氷が無くなったために、食糧の捕獲もできなくなってしまっていて、餓死したシロクマが、わずかにのこっていただけであったのである。

#### 8) 地球規模の自然の将来

このまま、温暖化がすすむと、地下資源の利用が加速要因となって、生態系が崩れてしまう。さらに、このために、地球の気候システムも大きく変化してしまうことになることは、十分に、予想されるのである。

このように、地下資源を、これまで以上に、人類が利用しようとすることは、これから

の、地球の環境を大きく変えてしまうことを意味していると言ってよいだろう。

さらに、この環境変化に連動して、二酸化炭素の問題のほかに、海洋における流動状況も大きく変動することになり、極軌道をもった海流の消長に影響してくることになり、太平洋から北極海への海水の流入が顕著となる可能性は、大気的作用としての海上風の影響をはるかに超える状況にある。このような状態が持続すれば、経線に沿った極軌道の海流が卓越することになる。

このようになると、現在のような、北半球では、北太平洋の海洋表層の風成還流も変性し、北米大陸の大西洋岸の湾流の存在も考えにくい状態となることが予想される。

また、南半球においても、Australia 東岸のオーストラリア東海流は、黒潮や湾流と全く異なった **patter**<sup>↑</sup> となってしまうことになることも予想できるであろう。

もしも、このようなことになれば、現在の陸地のまわりの海岸線の形状の変化が顕著となって、大地の大変動につながることも不思議ではない。

人類が、化石燃料を積極的に利用すると、気候変動が加速される可能性は高くなっていくものと推測される。

## 9) おわりに

以上、北極海における地下資源の利用と気候変動との関連などを述べるにあたって、最近の研究の成果を参考にして、将来予測の問題と関連させて、検討した結果を述べた。

本文においては、一部において、未確認情報もある。ただし、本文の趣旨を考慮して、記述した部分もある点には留意をいただきたいと思っている。

現在、ヒマラヤでは、Annapurna と Manasulu という京都大学学士山岳会の登頂の目標とした高峰についてみれば、頂上の標高は、1980 年には、地図上で、8071m と 8156m とされていたものが、2012 年現在では、8091m と 8163m となっており、それぞれ、標高の上昇高は 20m と 7m である。それらの標高について、上昇の傾向が、現在も、なお、継続しているものと認められる情報もあるので、地殻変動、火山活動および地震断層形成過程に、従来と異なることがあったとしても、これを、積極的に否定する理由は、惑星の一つとしての地球には、見つからないものと考えている。